



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

T. MOROZUMI et al.
f. April 13, 2004
Beick, Stewart, et al.
703-205-8000
2927-0172 P45 /
2182

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 1 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 7 6 3 8 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 7 6 3 8 5]

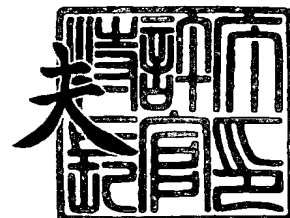
出 願 人 住友ゴム工業株式会社
Applicant(s): 諸 角 建

出
(公)
示
の
旨

2 0 0 4 年 1 月 2 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 15146
【提出日】 平成15年 7月18日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 A63B 69/00
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区筒井町2丁目1番1号 S R I 研究開発株式
 会社内
 【氏名】 植田 勝彦
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県神戸市中央区筒井町2丁目1番1号 S R I 研究開発株式
 会社内
 【氏名】 大貫 正秀
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県津久井郡藤野町小渕2140-2
 【氏名】 諸角 建
【特許出願人】
 【識別番号】 000183233
 【氏名又は名称】 住友ゴム工業株式会社
【特許出願人】
 【識別番号】 503141466
 【氏名又は名称】 諸角 建
【代理人】
 【識別番号】 100072660
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 大和田 和美
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-111966
 【出願日】 平成15年 4月16日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 045034
 【納付金額】 21,000円
【その他】 なお、図面の内、図2はカラー付であるから、図2の見本は物件
 提出書で、写真は上申書で別途に提出します。
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9814053
 【物件名】 委任状 1
 【提出物件の特記事項】 同日に補充する

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

測定対象であるゴルファーがスウィングする前、ゴルファーのいずれか 1 ヶ所の部位およびゴルファーが使用するゴルフクラブの少なくとも 1 ヶ所の所要位置を含む複数位置に色付きのマークを取り付け、

ゴルファーが写らないスウィング場所の背景画像と、ゴルファーのスウィング時のアドレスからフィニッシュまでのスウィング動画像とを、カメラによってカラー画像で撮影し、

上記撮影した背景画像をコンピュータに記憶させると共に、上記スウィング動画像を複数の静止画像に変換してコンピュータに記憶させ、

上記静止画像のうち上記マークが全て見える特定の静止画像を基準画像とし、各マークの基準色情報と座標データ（位置情報）を予め手動あるいは自動で記憶させ、

上記静止画像の上記マーク位置毎に、該静止画像に時間的に隣接する静止画像上での予測されるマーク位置を含む領域である探索範囲と、該探索範囲内に上記マークが見えなくなった場合を想定して該探索範囲よりも大きい領域である待機範囲とを静止画像上に設定し、かつ、上記マークの基準色情報と同一色であるとみなすことのできる許容範囲である色範囲を設定し、

静止画像の上記探索範囲あるいは該探索範囲では上記マークが隠れて見えなくなった場合には上記探索範囲より待機範囲に変更して、

上記探索範囲あるいは待機範囲において、上記背景画像で差分処理した差分後画像上のピクセル色と上記基準色情報との差の絶対値が上記色範囲内で且つ差が最小であるピクセルを上記マークの位置とみなして座標データを取得する色探索をし、

スウィング中に動く上記各マークを自動的に追尾することを特徴とするゴルフスウィングの自動追尾方法。

【請求項 2】

上記色付きのマークは、上記ゴルフクラブのシャフトの長さ方向に間隔をあけた少なくとも 2 箇所と、ゴルファーの頭・右肩・左肩・右肘・左肘・右手首・左手首・右腰・左腰・右膝・左膝・右足首・左足首・右足先・左足先から選ばれる少なくとも 1 箇所以上に設けている請求項 1 のゴルフスウィングの自動追尾方法。

【請求項 3】

上記探索範囲あるいは上記待機範囲において、上記基準色情報と差の絶対値が上記色範囲内で且つ差が最小であるピクセルを上記マークの位置とみなして座標データを取得する際に、上記背景画像との差分処理を行うか否かをマーク位置毎に選択可能としている請求項 1 または請求項 2 に記載のゴルフスウィングの自動追尾方法。

【請求項 4】

上記複数のマークのうち、スウィング中に互いに近接あるいは重なるマークは異なる色に設定している請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載のゴルフスウィングの自動追尾方法。

【請求項 5】

上記マークのうち 1 つを基準マークとして追尾して、時刻の異なる静止画像間での該基準マークの移動量を算出し、

別のマークを追尾する際に、上記基準マークの移動量と同じだけ該マークに対応する上記探索範囲を上記静止画像間で移動させて、該移動後の探索範囲内で色探索を行っている請求項 1 乃至請求項 4 に記載のゴルフスウィングの自動追尾方法。

【請求項 6】

上記基準マークはゴルファーの右手首あるいは左手首に設けたマーク、または、シャフトに取り付けた少なくとも 2 つのマークのうち手首に近いマークとすると共に、上記別のマークは上記ゴルフクラブのシャフトに設けたマークとしている請求項 5 に記載のゴルフスウィングの自動追尾方法。

【請求項 7】

ある静止画像上において上記探索範囲内でマークを認識できなかった場合に、同一静止画像上で上記待機範囲に変更し、

上記待機範囲のうち上記色探索済みの探索範囲を除く領域を色探索するようにしている請求項 1 乃至請求項 5 に記載のゴルフスウィングの自動追尾方法。

【書類名】 明細書**【発明の名称】 ゴルフスウィングの自動追尾方法****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ゴルフスウィングの自動追尾方法に関し、詳しくは、ゴルフクラブのシャフトあるいは／およびゴルファーの体に付された色付きのマークをカメラ撮影された画像上で自動追尾する方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、ゴルフスウィングを解析する装置として、図7に示すような動作診断装置が特許2794018号公報に開示されている。

上記動作診断装置は、被診断者1のスウィング動作を撮影するTVカメラ2と、TVカメラ2に接続された処理装置3と、診断結果を表示するCRT4などを備えており、被診断者1には、反射テープが張られた動作ポイントP₁～P₆が設けられている。

【0003】

処理装置3は、TVカメラ2からの画像データをデジタル信号に変換する手段と、その画像データから動作ポイントP₁～P₆の座標を抽出する手段と、各動作ポイントP₁～P₆の座標から動作の特徴を示す数値データに演算する手段と、比較基準の数値データと比較して評価する手段と、該評価値に従って診断する手段とを有している。

【0004】

そして、画像データ上の各動作ポイントP₁～P₆には、動作ポイントP₁～P₆を囲む窓枠が設定され、窓枠ごとに動作ポイントP₁～P₆を認識して個別に追跡するようにしている。

また、特開2001-614号公報や特開平9-154996号公報に開示されたスウィング解析装置では、手首等に軸方向を測定できるセンサを取り付けて手首関節角度等を求めたりして、プレーヤーの動きを検出しスウィングを分析している。

【0005】

しかしながら、特許2794018号公報に開示された動作診断装置によれば、動作ポイントP₁～P₆以外の背景画像に動作ポイントP₁～P₆と似た輝度や色の部位が存在した場合には、背景画像と動作ポイントP₁～P₆とを誤認識する恐れがある。また、被診断者1が実際にスウィング動作を行うと、腕の動きにより肩や腰等に付された動作ポイントP₃、P₄、P₆が隠れてしまい、動作ポイントP₁～P₆の追跡エラーが発生して測定精度が低下する問題がある。

【0006】

さらには、異なる動作ポイントP₁～P₆がTVカメラ2から見て重なった場合にも、動作ポイントP₁～P₆の追跡を失敗してしまう問題があると共に、動作ポイントP₁～P₆が重ならなくても近接した場合には、上記した窓枠内に複数の動作ポイントP₁～P₆が検知され、動作ポイントP₁～P₆を誤認識してしまう恐れもある。

【0007】

また、特開2001-614号公報や特開平9-154996号公報では、センサを用いているために多数のポイントを測定することが困難となると共に、1箇所の動作を測定するとしても、被診断者の体にセンサを取り付けている影響で、被診断者の本来のスウィングとは異なるスウィングになる可能性がある。

【0008】

【特許文献1】 特許2794018号公報

【特許文献2】 特開2001-614号公報

【特許文献3】 特開平9-154996号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0009】**

本発明は、上記問題に鑑みてなされたもので、計測対象のポイントが腕等により隠された場合や異なるポイント同士が重なり又は近接した場合等の追跡エラーを低減すると共に、ポイントと背景画像との誤認を防止することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するため、本発明は、測定対象であるゴルファーがスウィングする前、ゴルファーのいずれか1ヶ所の部位およびゴルファーが使用するゴルフクラブの少なくとも1ヶ所の所要位置を含む複数位置に色付きのマークを取り付け、

ゴルファーが写らないスウィング場所の背景画像と、ゴルファーのスウィング時のアドレスからフィニッシュまでのスウィング動画像とを、カメラによってカラー画像で撮影し、

上記撮影した背景画像をコンピュータに記憶させると共に、上記スウィング動画像を複数の静止画像に変換してコンピュータに記憶させ、

上記静止画像のうち上記マークが全て見える特定の静止画像を基準画像とし、各マークの基準色情報と座標データ（位置情報）を予め手動あるいは自動で記憶させ、

上記静止画像の上記マーク位置毎に、該静止画像に時間的に隣接する静止画像上での予測されるマーク位置を含む領域である探索範囲と、該探索範囲内に上記マークが見えなくなった場合を想定して該探索範囲よりも大きい領域である待機範囲とを静止画像上に設定し、かつ、上記マークの基準色情報と同一色であるとみなすことのできる許容範囲である色範囲を設定し、

静止画像の上記探索範囲あるいは該探索範囲では上記マークが隠れて見えなくなった場合には上記探索範囲より待機範囲に変更して、

上記探索範囲あるいは待機範囲において、上記背景画像で差分処理した差分後画像上のピクセル色と上記基準色情報との差の絶対値が上記色範囲内で且つ差が最小であるピクセルを上記マークの位置とみなして座標データを取得する色探索をし、

スウィング中に動く上記各マークを自動的に追尾することを特徴とするゴルフスウィングの自動追尾方法を提供している。

【0011】

上記方法によると、上記マークの位置を検出するために上記基準色情報との差の絶対値が上記色範囲内であるか否かを判断する領域を全画面とせず、上記各マークの位置および上記マークが次の時刻で移動すると予測される位置を含む領域である探索範囲内および待機範囲内だけで判断しているので、上記マークと近似した色が静止画像中に含まれていても排除して誤認識を防止することができる。

【0012】

また、上記静止画像の探索範囲内および待機範囲内のピクセルについて上記背景画像との差分処理を行って背景画像を排除することにより、探索範囲内および待機範囲内の背景画像中に上記マークの色と近似した色が存在しても排除して誤認識を防止することができる。

【0013】

さらに、上記色範囲を設定することで同一色であると認識する色情報に幅をもたせているので、撮影されたマークの色がスウィング場所のライティングの影響等により微妙に変化する場合でも、当該マークの色であると確実に認識し、取得された色情報の誤差を許容することが可能となる。

また、通常は探索範囲を用いてマークを自動追尾しているが、マークがスウィングにより動かされた腕などで見えない場合には、上記探索範囲がより広い範囲である上記待機範囲に変更されるので、時間的に進めてマークが新たに見え始めた時に該範囲の外にマークが現れることが防止され、マークの再追尾を確実に行うことが可能となる。

【0014】

また、上記マークの取付箇所は、少なくとも上記ゴルフクラブに2点必要であるが、また、ゴルファーについては少なくとも1箇所、より好ましくは少なくとも2箇所にマーク

を付していることが好ましく、さらに、左肘および左手首にマークを付していることが好ましい。

なお、上記基準画像は、ゴルファーがアドレス姿勢である静止画像を用いると好ましいが、該アドレス画像にて全てのマークを見つけることができない場合には、全てのマークを認識できる静止画像まで時間的に動かし、当該画像を基準色情報および座標データを取得する基準画像としており、このように、1枚目の静止画像を基準画像とできなかった場合には、上記追尾処理は時間的に進めて行うだけでなく、時間的に逆方向にも戻して行うこととする。

【0015】

上記色付きのマークは、上記ゴルフクラブのシャフトの長さ方向に間隔をあけた少なくとも2箇所と、ゴルファーの頭・右肩・左肩・右肘・左肘・右手首・左手首・右腰・左腰・右膝・左膝・右足首・左足首・右足先・左足先から選ばれる少なくとも1箇所以上、より好ましくは2箇所以上に設けているとよい。

さらには、下半身の動きを見る場合は、両膝・両足首・両足先に設けているとさらに好ましい。

即ち、ゴルファーの体の関節部分にマークを設けていることで、ゴルファーのスウィング解析をより高精度に行うことができる。

【0016】

上記探索範囲あるいは上記待機範囲において、上記基準色情報との差の絶対値が上記色範囲内で且つ差が最小であるピクセルを上記マークの位置とみなして座標データを取得する際に、上記背景画像との差分処理を行うか否かをマーク位置毎に選択可能としている。

【0017】

上記のようにすると、例えば、探索範囲（あるいは待機範囲）内にマークの色と近似する色の背景画像が現れる可能性のある探索範囲（あるいは待機範囲）についてのみ背景画像との差分処理を行う一方、マークの色と近似した色の背景画像が現れる可能性の低い探索範囲については差分処理を行わないことにより、マークの認識率を低下させることなく計算速度を高めることができる。

【0018】

上記複数のマークのうち、スウィング中に互いに近接あるいは重なるマークは異なる色に設定していると好適である。

【0019】

即ち、近接あるいは重なる可能性のあるマーク同士を異なる色にすることで、1つの探索範囲内に上記各マークが入ってしまった場合でも、互いのマークを誤認識するのを防止することができる。

【0020】

上記マークのうち1つを基準マークとして追尾して、時刻の異なる静止画像間での該基準マークの移動量を算出し、

別のマークを追尾する際に、上記基準マークの移動量と同じだけ該マークに対応する上記探索範囲を上記静止画像間で移動させて、該移動後の探索範囲内で色探索を行っている。

【0021】

特に、上記基準マークはゴルファーの右手首あるいは左手首に設けたマーク、または、シャフトに取り付けた少なくとも2つのマークのうち手首に近いマークとすると共に、上記別のマークは上記ゴルフクラブのシャフトに設けたマークとしていると好ましい。

【0022】

ゴルファーの手元（グリップ）とゴルフクラブとはほぼ同じような動きをするので、例えば、静止画像上において、右手首あるいは左手首に付された基準マーク、または、シャフトに取り付けた少なくとも2つのマークのうち手首に近いマークに付された基準マークの移動量と同じ量だけ、上記シャフトに付されたマークに対応する探索範囲を移動させれば、探索範囲内にてシャフトに付されたマークを色探索で認識できる可能性を高めること

ができる。しかも、認識率が向上することによって、探索範囲を狭く設定することも可能となり、計算時間を短縮化することもできる。

【0023】

また、探索範囲での認識率が向上することで、結果として、ゴルファーの右手首あるいは／および左手首やシャフトに付されたマークの動きが最も速くなるインパクト直前の数コマの静止画像だけに、領域の大きな待機範囲が使用される傾向となり、待機範囲の使用頻度が低減されて無駄な探索時間を削減することも可能となる。

【0024】

ある静止画像上において上記探索範囲内でマークを認識できなかった場合に、同一静止画像上で上記待機範囲に変更し、

上記待機範囲のうち上記色探索済みの探索範囲を除く領域を色探索するようにしている。

【0025】

同一コマの静止画像で1つのマークあたりに1つの探索範囲を設定した場合、特にゴルファーの手首やシャフトに付されたマークにおいて、動きの遅いテイクバックと動きの速いダウンスウィングとの両方で確実にマークを認識しようと思えば、動きの速いダウンスウィングを考慮に入れて探索範囲を大きく設定しなければならない。しかし、本発明では上記構成のように、領域の小さい探索範囲で色探索した結果、マークを認識できなかった場合には、同一コマの静止画像のままで領域の大きい待機範囲で色探索して、二段階の探索を行うようにしているので、通常の色探索に用いる探索範囲は小さく設定して無駄な計算時間を低減することができる。即ち、動きの遅いテイクバック等は小さい探索範囲でマークを認識して、動きの速いダウンスウィングでは探索範囲で認識できなかった場合に、領域の大きい待機範囲で色探索してマークの認識を図る。

【発明の効果】

【0026】

以上の説明より明らかなように、本発明によれば、上記マークの位置を検出するための判断領域を全画面とせず、上記各マークの位置および上記マークが次の時刻で移動すると予測される位置を含む領域である探索範囲内だけで判断しているので、上記マークと近似した色が静止画像中に含まれていても排除して誤認識を防止できる。また、上記静止画像の探索範囲内のピクセルについて背景画像との差分処理を行って背景画像を排除することで、探索範囲内の背景画像中にマークの色と近似する色が存在しても排除して誤認識を防止できる。さらに、上記色範囲を設定してマークと同一色であると認識する色情報に幅をもたせているので、マークの色がスウィング場所のライティングの影響等により微妙に変化した場合でも、当該マークの色であると確実に認識することができる。

【0027】

また、マークが腕等に隠されて見えない場合に上記探索範囲より広い範囲である待機範囲に変更することにより、時間的に進めてマークが新たに見え始めた時に該範囲の外にマークが現れることが防止され、マークの再追尾を確実に行うことができる。

さらに、探索範囲あるいは待機範囲内で上記背景画像との差分処理を行うか否かを選択可能とすることで、例えば、探索範囲あるいは待機範囲内にマークの色と近似する色の背景画像が現れる可能性のあるものについてのみ背景画像との差分処理を行うことで、マークの認識率を低下させることなく計算速度を高めることができる。

また、近接あるいは重なる可能性のあるマーク同士を異なる色にすることで、1つの探索範囲内に上記各マークが入ってしまった場合でも、互いのマークの誤認識を防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

図1は第1実施形態のゴルフスイング自動追尾システムの概略図を示し、情報処理機器となるコンピュータ14と、該コンピュータ14に接続された表示手段であるモニター1

6と、コンピュータ14に接続された入力手段であるマウス17およびキーボード18と、コンピュータ14に接続されゴルフー15の正面位置に設置されたカラーCCDカメラ13とを備え、被診断者となるゴルフー15には17つのマークM1～8、M11～17が所要箇所に取り付けられていると共に、クラブ11のシャフト11aには間隔をあけて2つのマークM9、M10が取り付けられている。

【0029】

マークM1～M17としては、反射テープやLED（発光ダイオードの発光源）等を利用してよいが、今回は半球状の発泡スチロールを着色したものを接着することで光の反射による色の変化を低減しており、各マークM1～M17の色の設定方法は、近接するマークやスウィング中に重なる可能性があるマークは同色にせず色を異ならせている。例えば、頭のマークM1と左手首のマークM6、シャフト1のマークM9とシャフト2のマークM10、シャフト1のマークM9およびシャフト2のマークM10と両腰のマークM7、M8などである。

シャフト1とシャフト2のマークM9、M10は、クラブ11のグリップエンド寄りの位置に間隔をあけて取り付けられている。グリップエンド寄りの方がヘッド寄りよりも移動速度が遅く追跡し易いからである。

【0030】

具体的には、マークM1～M17の色は、頭のマークM1を青、右肩のマークM2を黄緑、左肩のマークM3をオレンジ、右肘のマークM4を黄、左肘のマークM5をピンク、左手首のマークM6を赤、右腰のマークM7を白、左腰のマークM8を黄緑、グリップエンド側のシャフト1のマークM9をピンク、ヘッド側のシャフト2のマークM10を白、首のマークM11を紫、右膝のマークM12をオレンジ、左膝のマークM13を赤、右足首のマークM14を赤、左足首のマークM15を白、右足先のマークM16を青、左足先のマークM17をオレンジとしている。

【0031】

カラーCCDカメラ13は、アナログCCDカメラを用いる場合には1秒間あたりコマ数が30コマ以上で、好ましくは60コマ以上とし、高速度デジタルCCDカメラを用いる場合には、1秒間あたりのコマ数が60コマ以上で、好ましくは120コマ以上、汎用のデジタルCCDビデオカメラでは、1秒間あたりのコマ数が30とし、シャッタースピードは1/500s、好ましくは1/1000s以下とする。

【0032】

スウィングを撮影する空間（縦3×横3×高さ2m）の明るさは、アナログCCDカメラ使用時は1000ルクス以上、高速度デジタルCCDカメラ使用時は1500ルクス以上の明るさが必要である。また、1000あるいは2000ルクス以上であっても、極端に明るい箇所が生じるとハレーションが生じる可能性があるので、アナログCCDカメラ使用時は1000～1500ルクスの範囲、デジタルCCDカメラでは1500～2500ルクスの範囲内で均一の明るさをスウィング環境として設定することが好ましい。

【0033】

カラーCCDカメラ13でスウィングを撮影する時間は、アドレスからフォロースルーまでの3秒程度であることが好ましい。しかし、アドレスからインパクトまでについて診断するのであれば、2秒程度でも構わない。

スウィングを撮影する空間の背景12は、後述する背景差分によってゴルフー15の肌色やマークM1～M17等を抽出しやすいように、極力、異なる色とすることが好ましい。

【0034】

コンピュータ14は、カラーCCDカメラ13とLANケーブルやIEEE1394やI-link等を用いてオンライン接続されており、カラーCCDカメラ13で撮影された画像をコンピュータ14のハードディスクに保存している。

なお、DVテープを利用して、後で再生しながらコンピュータに取り込む等して、オフラインで画像を取り込んでも構わない。

画像の保存形式は、画像の質を考慮するとBMP形式が好ましいが、J P E GやT I F F等のその他ファイル形式でも良い。

【0035】

次に、カラーCCDカメラ13でコンピュータ14に取り込んだスウィング画像から各マークM1～M17の座標を追跡する手順について図5のフロチャートを用いて説明する。

先ず、カラーCCDカメラ13でゴルファー15が存在しない状態の背景12のみを撮影した背景画像を読み込み（ステップ100）、また、カラーCCDカメラ13からスウィング動画像をコンピュータ14に取り込んで各コマ毎に静止画像に変換してハードディスクに保存する。ゴルファー15のアドレスからフィニッシュ（またはインパクト）までのスウィングの各静止画像をメモリに読み込む（ステップ101）。

【0036】

次いで、時系列的に1枚目の画像を基準画像として、図2に示すように、ゴルファー15およびシャフト11aに取り付けられた全マークM1～M17をマウス17を用いてクリックすることにより認識させる（ステップ102）。これにより、全マークM1～M17の基準色情報と座標データが取得される。（ここで、基準色情報とは、上記基準画像上でのマークM1～M17の色情報であるR（赤）G（緑）B（青）のことをいい、色が24ビットで表現される場合は各色は0～255までの値となる。）

【0037】

この際、マークM1～M17の中に腕等で隠されて認識できないマークが存在する場合には、全マークM1～M17の認識ができるまで時間的に画像のコマを進めて（ステップ103）、特定の画像での全マークM1～M17の基準色情報と座標データを取得する。

なお、マウス17を用いて手動で全マークM1～M17を認識させる代わりに、予め全マークM1～M17について色情報を入力しておき、自動で座標データを認識するようにしてもよい。

【0038】

そして、マークM1～M17に、各マークM1～M17を中心として四角形の探索範囲S1～S17を設定すると共に、マークM1～M17が隠れた場合に探索範囲S1～S17の代わりに用い、探索範囲S1～S17より大きい範囲である待機範囲を設定する（ステップ104）。（なお、図2では隠れたマークM1～M17が存在しないため探索範囲S1～S17しか見られないが、上記待機範囲は、探索範囲S1～S17と同様に、個々のマークM1～M17に対して割り当てられるもので、それらの符号と対応して17つの待機範囲W1～W17が用意されている。）

ここで、探索範囲S1～S17とは、マークM1～M17の検出処理を行う計算対象となる画像上の範囲のことを言う。探索範囲S1～S17の概念を導入すれば、図3に示すように、ゴルファー15の右腰に付された白色のマークM7とゴルファー15が着ている白シャツ15aとの色が近似している場合であっても、マークM7の検出処理には探索範囲S7内しか行わないため、白シャツをマークM7と誤認識してしまうのを防止することが可能となる。

【0039】

本実施形態では、探索範囲はマークM1～M17を中心としてデフォルトで縦横（Y X）範囲を10×10ピクセルとしている。（なお、画像上では横方向をX軸、縦方向をY軸としている。）該デフォルト値を基準として、CCDカメラ13の撮影フレーム数が120コマ/sである場合、上半身等の様に良く動くマークについては探索範囲を最大で3倍までに大きくする一方、下半身等のマークはスウィング中にほとんど動かないので、探索範囲を最小で0.5倍までに小さくするカスタマイズを行う。この際、シャフト2のマークM10等のように横方向への移動が大きいものには、探索範囲S10を正方形とせずに横長の長方形とすれば、探索範囲S10の面積を大きくせずに追跡確率を高めることができる。

【0040】

一方、上述の待機範囲とは、マークM1～M17が腕等で隠れた場合に探索範囲S1～S17の代わりに用いるもので、夫々のマークM1～M17毎に設定され、対応するマークM1～M17の探索範囲S1～S17よりも大きく設定されている。本実施形態では、待機範囲の大きさはデフォルトで縦横（YX）範囲を15×15ピクセルとしており、探索範囲S1～S17に対する待機範囲の倍率を1.5～10倍の範囲で、よく動くマークM1～M17については上記倍率を大きくし、あまり動かないマークM1～M17については上記倍率を小さくするカスタマイズを行う。

【0041】

次いで、色範囲を設定する（ステップ105）。

色範囲とは、マークM1～M17を認識する際に、画像上の対象箇所の色情報が上記マークの基準色情報と同一であるとみなす誤差の許容範囲をいい、本実施形態では、上記色範囲をR（赤）G（緑）B（青）のそれぞれについてデフォルトで±40に設定している。そして、R（赤）G（緑）B（青）それぞれについて対象箇所の色情報の値r、g、bと基準色情報の値r'、g'、b'とを個々に比較して±40以内の誤差内であれば同一色、つまり、当該対象箇所をマークM1～M17とみなす。なお、色範囲についても、上記デフォルト値から夫々増減させてカスタマイズすることができる。

【0042】

マークM1～M17の検知方法として、上記の判定方法の他、対象箇所での色情報r、g、bと基準色情報r'、g'、b'との差の絶対値の和である

$$|r - r'| + |g - g'| + |b - b'|$$

が、予め設定したしきい値以下であればマークM1～M17で、しきい値以上であればマークM1～M17でないと判定してもよい。なお、該しきい値は、例えば約30が好適である。

あるいは、ノルム（対象箇所での色情報r、g、bと基準色情報r'、g'、b'との差の絶対値の2乗和の平方根）

$$\sqrt{(r-r')^2 + (g-g')^2 + (b-b')^2}$$

によってマークM1～M17であるか否かを判定してもよい。

【0043】

上記条件設定のもとで、探索範囲S1～S17内で背景画像との差分処理を行う（ステップ106）。これにより、探索範囲S1～S17内で背景画像が取り除かれ、後工程での各マークM1～M17の認識の際に、背景画像にマークM1～M17と近似した色が存在しても誤認しなくなるメリットがある。

ここで、背景差分処理とは、ゴルファー15を撮影した画像RGB値から背景12の背景画像を走査しながら各ピクセル位置毎に差分し、RGBの差がしきい値（例えば、30）以上であればゴルファー15のゴルファー画像として認識している。

なお、背景差分処理を行う探索範囲S1～S17は選択可能であり、全ての探索範囲S1～S17について実施してもよいし、背景12の背景画像との誤認識をする可能性の低いものについては背景差分処理を行わなくてもよい。

【0044】

次いで、探索範囲S1～S17内の差分後のピクセル色情報と、マークの基準色情報との差の絶対値が、上記設定した色範囲内であるか否かを判定する（ステップ107）。

そして、色範囲内であるピクセルが1つしかなければ、探索範囲S1～S17内の該当箇所をマークM1～M17であると認定し、複数あれば、上記差の絶対値が最小である箇所をマークM1～M17であると認定し、その認定されたマークM1～M17の座標データを取得する（ステップ108）。

【0045】

また、色範囲内ではないと判定された場合には、探索範囲S1～S17内のマークM1

～M17が腕等で隠されて存在しなくなったと考えられるので、スウィング画像を時間的に進めてマークM1～M17が表れるのに備えて探索範囲S1～S17よりも大きい領域である待機範囲に変更する（ステップ109）。

詳しくは、図4（A）に示すように、マークM7が見えておりゴルファー15の腕15bでまだ隠されていない場合には、探索範囲S7が設定されており、時間的に進んだ画像になると、図4（B）に示すように、腕15bでマークM7が隠されて認識できなくなる。この時に、更に時間的に進んだ画像でマークM7が表れた際に範囲内にキャッチできるように、探索範囲S7から範囲の大きな待機範囲W7へと変更する。そして、時間的に進んで、図4（C）に示すように、腕15bで隠されていたマークM7が表れて認識可能となると、待機範囲W7から探索範囲S7へと戻される。

【0046】

そして、上記手順が全スウィング画像について終了してなければ（ステップ110）、画像を時間的に進めて（ステップ111）、上記同様の手順を繰り返す。

なお、上記ステップ102で全マークM1～M17の基準色情報と座標データを取得した画像が時間的に1枚目の画像でなかった場合は、時間的に逆方向にも戻して上記手順がなされる。結果的に、全スウィング画像について終了することで、アドレスからフィニッシュまでのスウィング動作における全マークM1～M17の座標データが取得される。

【0047】

（実施例1）

次に、第1実施形態について具体例を挙げて説明する。

【0048】

【表1】

	マーク		初期設定								比較例①		比較例②		実施例①	
			探索範囲		待機範囲		色範囲		背景差分処理	自動追尾認識率%	背景差分処理	自動追尾認識率%	背景差分処理	自動追尾認識率%	背景差分処理	自動追尾認識率%
	取り付け位置	色	X	Y	X	Y	R	G	B							
1	頭	青	10	10	15	15	40	40	40	100	無	100	有	100	無	100
2	右肩	黄緑	10	10	15	15	40	40	40	92.1	無	92.1	有	92.1	無	92.1
3	左肩	オレンジ	10	10	15	15	40	40	40	94.2	無	94.2	有	94.2	無	94.2
4	右肘	黄	15	15	40	40	40	40	40	97.2	無	97.2	有	97.2	無	97.2
5	左肘	ピンク	10	10	15	15	40	40	40	96.6	無	96.6	有	96.6	無	96.6
6	左手首	赤	15	15	40	40	40	40	40	98.2	無	98.2	有	98.2	無	98.2
7	右腰	白	10	10	15	15	40	40	40	100	無	100	有	100	無	100
8	左腰	黄緑	10	10	15	15	40	40	40	97.3	無	97.3	有	97.3	無	97.3
9	シャフト1	ピンク	30	30	40	25	40	40	40	30.2	無	30.2	有	72.1	有	72.1
10	シャフト2	白	30	30	40	25	40	40	40	40.3	無	40.3	有	74.3	有	74.3
11	首	紫	15	10	20	15	40	40	40	92.1	無	92.1	有	92.1	無	92.1
12	右膝	オレンジ	7	7	10	10	40	40	40	100	無	100	有	100	無	100
13	左膝	赤	7	7	10	10	40	40	40	100	無	100	有	100	無	100
14	右足首	赤	7	7	10	10	40	40	40	100	無	100	有	100	無	100
15	左足首	白	7	7	10	10	40	40	40	100	無	100	有	100	無	100
16	右足先	青	7	7	10	10	40	40	40	100	無	100	有	100	無	100
17	左足先	オレンジ	7	7	10	10	40	40	40	100	無	100	有	100	無	100
自動追尾処理時間											15秒		80秒		17秒	

【0049】

マークM1～M17の位置および色は、表1に示すように設定し、スウィング中に近接あるいは重なる恐れのあるマークは同色にしないように設定した。シャフト1のマークM9はグリップエンドから200mm、シャフト2のマークM10はグリップエンドから4

00mmの位置に取り付けた。

探索範囲は縦横(YX)範囲として10×10ピクセルをデフォルト値とする一方、右肘・左手首は動きが速いので15×15ピクセルとし、首はマークM11の移動方向を考慮して探索範囲の形が正方形ではなく長方形となる15×10ピクセルとし、シャフト1・シャフト2はマークM9、M10の移動量が大きいため30×30ピクセルとしている。

【0050】

待機範囲は縦横(YX)範囲として15×15ピクセルをデフォルト値とする一方、右肘・左手首は動きが大きいため40×40ピクセルとし、首はマークM11の移動方向を考慮して待機範囲W11の形が正方形ではなく長方形となる20×15ピクセルとした。シャフト1・シャフト2のマークM9、M10は移動量が大きいため40×25ピクセルとしている。

膝から下の下半身のマークM12～M17はスウィング中にほとんど動かないので、探索範囲および待機範囲をデフォルト値よりも小さくして、それぞれ7×7ピクセルおよび10×10ピクセルとして計算時間の短縮を行うようにした。

色範囲は(R)(G)(B)のそれぞれについて±40とした。

【0051】

背景12の色は、背景画像を差分処理する際にゴルファー15の肌色やマークM1～M17の色等を抽出しやすいように、白青色、若しくは白緑色が好ましい。しかし、ゴルファー15の着ている服によっては他の色を背景12の色としてもよい。

カラーCCDカメラ13の撮影条件は、シャッタースピードを1/500s、撮影コマ数は125コマ/s、撮影空間の明るさは、テイク・ダウンスウィング領域で2000ルクス以上、フォロー領域で1000ルクス以上とする。

スウィング撮影時間は約3秒間として、アドレスからフィニッシュまでスウィングを撮影した。コンピュータ14は、CPU：ペンティアムIII1.2GHz、メモリ256MBのパーソナルコンピュータであり、静止画像の保存形式はBMP形式とした。

【0052】

そして、探索範囲および待機範囲のうち、背景色との混同を起こし易いと予測されるシャフト1およびシャフト2についてのみ、背景画像との差分処理を行う一方、他の位置の探索範囲および待機範囲については背景画像との差分処理を行っていない。

【0053】

(比較例1)

比較例1では、全ての探索範囲および待機範囲について背景画像との差分処理を行わずに自動追尾を行った。なお、他の条件は実施例1と同様である。

【0054】

(比較例2)

比較例2では、全ての探索範囲および待機範囲について背景画像との差分処理を行った。なお、他の条件は実施例1と同様である。

【0055】

(評価)

比較例1では、シャフト1およびシャフト2の2箇所背景12の色を誤って追尾してしまったために自動追尾認識率が低くなっているが、実施例1では、シャフト1およびシャフト2の2箇所背景差分処理を実施することによって、背景の色を追尾することがなくなり、自動追尾認識率が向上している。

なお、自動追尾認識率とは、探索範囲において追尾した計算上のマーク位置と実際のマークM1～M17とが一致したコマ数と待機範囲のコマ数とを足した数値を全コマ数で割った値を百分率で表したものであり、50名のテスターにて当該百分率の値を求め、その50名のテスターにおける当該百分率の値を平均し、それを各例の自動追尾認識率として表示している。

【0056】

また、比較例 2 では、自動追尾処理時間に 80 秒を要しているのに対し、実施例 1 では、17 秒しか要しておらず、自動追尾認識率が高いままであるにも関わらず、全てのマーク M1～M17 に背景差分処理を行う比較例 2 に比べて大幅に計算時間が短縮化されている。

【0057】

次に第 2 実施形態について説明する。

本実施形態では、ゴルファーの左手首に近いシャフト 1 のマーク M9 を基準マーク M9 として、基準マーク M9 について第 1 実施形態と同様に追尾を行い基準マーク M9 の座標データを取得し、時系列的に隣接する静止画像の間での基準マーク M9 の移動量を算出する。

【0058】

次いで、シャフト 2 のマーク M10 を追尾する際には、対象とする静止画像より 1 コマ前の静止画像からの基準マーク M9 の移動量と同じだけ、マーク M10 に対応する探索範囲 S10 を上記対象とする静止画像上で移動させて、該移動後の探索範囲 S10 内で第 1 実施形態と同様の色探索を行っている。

【0059】

上記方法によると、ゴルファーの手元（グリップ）とゴルフクラブとはほぼ同じような動きをするので、対象の静止画像上において、手首に近いシャフト 1 のマーク M9 の移動量と同じ量だけ、シフト移動させた探索範囲 S10 で色探索すれば、マーク M10 が探索範囲 S10 のエリア内に入っている可能性が高まり、マーク M10 の自動追尾認識率が向上する。かつ、自動追尾認識率が向上することで、探索範囲 S10 を狭く設定することも可能となり、計算時間も短縮化できる。

【0060】

加えて、探索範囲 S9、S10 では認識し切れずに領域の大きな待機範囲 W9、W10 が使用されるのは、探索範囲 S9、S10 でのマーク M9、M10 の自動追尾認識率が向上するので、シャフト 1・シャフト 2 に付されたマーク M9、M10 の動きが最も速くなるインパクト直前の数コマの静止画像だけになる傾向となり、待機範囲 W9、W10 の使用頻度が低減されて無駄な探索時間がさらに削減される。

なお、他の構成は第 1 実施形態と同様であるため説明を省略する。

【0061】

（実施例 2）

次に、第 2 実施形態について具体例を挙げて説明する。

【0062】

【表 2】

マーク		初期設定			初期設定(比較例③)			比較例③		初期設定(実施例②)			実施例②	
取り付け位置	色	R	G	B	探索範囲	待機範囲		自動追尾認識率%		探索範囲	待機範囲		自動追尾認識率%	
1	頭	40	40	40	10	10	15	15	100	10	10	15	15	100
2	右肩	40	40	40	10	10	15	15	92.1	10	10	15	15	92.1
3	左肩	40	40	40	10	10	15	15	94.2	10	10	15	15	94.2
4	右肘	40	40	40	15	15	40	40	97.2	15	15	40	40	97.2
5	左肘	40	40	40	10	10	15	15	96.6	10	10	15	15	96.6
6	左手首	40	40	40	15	15	40	40	98.2	15	15	40	40	98.2
7	右腰	40	40	40	10	10	15	15	100	10	10	15	15	100
8	左腰	40	40	40	10	10	15	15	97.3	10	10	15	15	97.3
9	シャフト1	40	40	40	10	10	40	20	97.1	10	10	40	20	100
10	シャフト2	40	40	40	10	10	40	20	98.2	10	10	40	20	100
11	首	40	40	40	15	10	20	15	92.1	15	10	20	15	92.1
12	右膝	40	40	40	7	7	10	10	100	7	7	10	10	100
13	左膝	40	40	40	7	7	10	10	100	7	7	10	10	100
14	右足首	40	40	40	7	7	10	10	100	7	7	10	10	100
15	左足首	40	40	40	7	7	10	10	100	7	7	10	10	100
16	右足先	40	40	40	7	7	10	10	100	7	7	10	10	100
17	左足先	40	40	40	7	7	10	10	100	7	7	10	10	100
自動追尾処理時間		10秒										5秒		

【0063】

実施例 2 は第 2 実施形態に該当し、基準マーク M 9 の移動量に応じて、シャフト 1・シャフト 2 のマーク M 9、M 10 に対応する探索範囲 S 9、S 10 をシフト移動させる機能を採用している。

シャフト1・シャフト2の探索範囲の縦横(YX)範囲は、実施例1より小さくして10×10ピクセルとすると共に、シャフト1・シャフト2の待機範囲の縦横(YX)範囲は40×20ピクセルとしている。他の条件は実施例1と同様とする。

【0064】

(比較例3)

比較例3では、第2実施形態に記載の基準マークM9の移動量に応じた探索範囲S9、S10のシフト移動を採用していない点以外は実施例2と同様である。

【0065】

(評価)

表2に基づいて実施例2と比較例3とを比較すると、シャフト1・シャフト2のマークM9、M10の自動追尾認識率が、比較例3では97.1%および98.1%となっているのに対して、実施例2ではともに100%となっており、実施例2の方が比較例3に比べて、自動追尾認識率が向上しているのが分かる。

また、実施例2の自動追尾認識率が向上することで、探索範囲では認識し切れない場合に使用される領域の大きな待機範囲の使用頻度が低減され、比較例3に比べて実施例2の自動追尾処理時間(計算時間)が10秒から5秒へ短縮されているのが分かる。

【0066】

次に第3実施形態について説明する。

本実施形態では、ある静止画像上において探索範囲S1～S17内でマークM1～M17を認識できなかった場合に、コマを進めることなく同一静止画像上で待機範囲W1～W17に変更して色探索している。

【0067】

例えば、図6に示すように、ある静止画像上でマークM9が探索範囲S9の外部にあると、探索範囲S9内で色探索してもマークM9を認識することができない。そこで、次のコマの静止画像に進めて待機範囲W9で色探索を行うのではなく、同一静止画像上で待機範囲W9に変更し、待機範囲W9のうち色探索済みの探索範囲S9を除く差分領域Aを色探索してマークM9を認識する。即ち、同一静止画像上で待機範囲W9を第二の探索範囲として利用している。

【0068】

上記構成とすると、同一コマの静止画像上において、領域の小さい探索範囲S9と、領域の大きい待機範囲W9とで二段階の色探索を行ってマークM9の認識を行うようにしているので、通常の色探索に用いる探索範囲S9は小さく設定して無駄な計算時間を低減することができる。例えば、動きの遅いテイクバック等は小さい探索範囲S9でマークM9を認識して計算時間の短縮を図り、動きの速いダウンスウィング等で探索範囲S9にて認識できなかった場合にのみ、領域の大きい待機範囲W9で色探索する。しかも、待機範囲W9で色探索する際には、探索範囲S9との差分領域Aだけを探索することで計算効率もアップする。

なお、他の構成は第1実施形態と同様であるため説明を省略する。

【0069】

(実施例3)

次に、第3実施形態について具体例を挙げて説明する。

【0070】

【表 3】

	マーク		初期設定				初期設定(比較例④)				比較例④				初期設定(実施例③)				実施例③	
			色範囲				探索範囲				待機範囲				探索範囲				待機範囲	
			R	G	B		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
取り付け位置	色																			自動追尾 認識率%
1	頭	青	40	40	40		10	10	15	15	15	15	10	10	10	15	15	100		100
2	右肩	黄緑	40	40	40		10	10	15	15	15	15	10	10	10	15	15	92.1		92.1
3	左肩	オレンジ	40	40	40		10	10	15	15	15	15	10	10	10	15	15	94.2		94.2
4	右肘	黄	40	40	40		15	15	40	40	40	40	15	15	15	40	40	97.2		97.2
5	左肘	ピンク	40	40	40		10	10	15	15	15	15	10	10	10	15	15	98.6		98.6
6	左手首	赤	40	40	40		15	15	40	40	40	40	15	15	15	40	40	98.2		98.2
7	右腰	白	40	40	40		10	10	15	15	15	15	10	10	10	15	15	100		100
8	左腰	黄緑	40	40	40		10	10	15	15	15	15	10	10	10	15	15	97.3		97.3
9	シャフト1	ピンク	40	40	40		30	30	40	40	25	25	10	10	10	40	20	97.1		97.1
10	シャフト2	白	40	40	40		30	30	40	40	25	25	10	10	10	40	20	98.2		98.2
11	首	紫	40	40	40		15	10	20	15	20	15	15	10	10	20	15	92.1		92.1
12	右膝	オレンジ	40	40	40		7	7	10	10	10	10	7	7	7	10	10	100		100
13	左膝	赤	40	40	40		7	7	10	10	10	10	7	7	7	10	10	100		100
14	右足首	赤	40	40	40		7	7	10	10	10	10	7	7	7	10	10	100		100
15	左足首	白	40	40	40		7	7	10	10	10	10	7	7	7	10	10	100		100
16	右足先	青	40	40	40		7	7	10	10	10	10	7	7	7	10	10	100		100
17	左足先	オレンジ	40	40	40		7	7	10	10	10	10	7	7	7	10	10	100		100
自動追尾処理時間			17秒														10秒			

【0071】

実施例 3 は第 3 実施形態に該当し、シャフト 1・シャフト 2 の探索範囲の縦横 (Y X) 範囲は、実施例 1 より小さくして 10×10 ピクセルとすると共に、シャフト 1・シャフト 2 の待機範囲の縦横 (Y X) 範囲を 40×20 ピクセルとしている。他の条件は実施例 1 と同様とする。

【0072】

(比較例 4)

比較例 4 は、上述の実施例 1 と同様である。

【0 0 7 3】

(評価)

表 3 に基づいて実施例 3 と比較例 4 とを比較すると、シャフト 1・シャフト 2 のマーク M 9、M 1 0 の自動追尾認識率が、比較例 4 では 7 2. 1 % および 7 4. 3 % となっているのに対して、実施例 3 ではともに 9 7. 1 % および 9 8. 1 % となっている。即ち、実施例 3 の方が比較例 4 に比べて、自動追尾認識率が向上しているのが分かる。

また、実施例 3 では探索範囲（および待機範囲）の領域が小さく設定できるので、比較例 4 に比べて実施例 3 の自動追尾処理時間（計算時間）が 1 7 秒から 1 0 秒に短縮されているのが分かる。

【図面の簡単な説明】

【0 0 7 4】

【図 1】 本発明の実施形態の装置の構成図である。

【図 2】 マークおよび探索範囲が設定された基準画像を示す図面である。

【図 3】 マークおよび探索範囲を示す要部拡大図である。

【図 4】 (A) ~ (C) は探索範囲から待機範囲への変更を説明する要部拡大図である。

【図 5】 処理手順を示すフローチャートである。

【図 6】 第二の探索範囲を示す図面である。

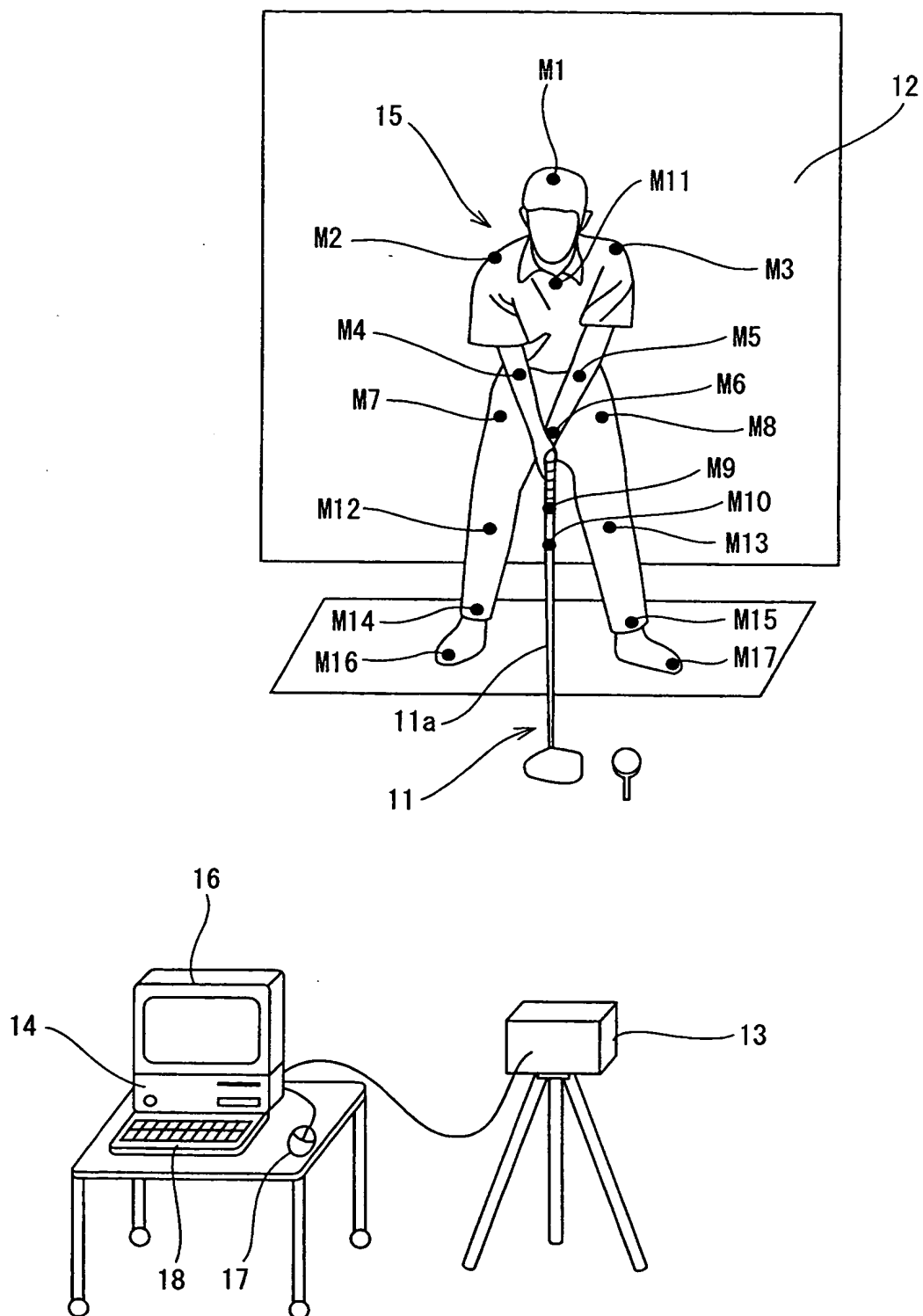
【図 7】 従来例の装置の構成図である。

【符号の説明】

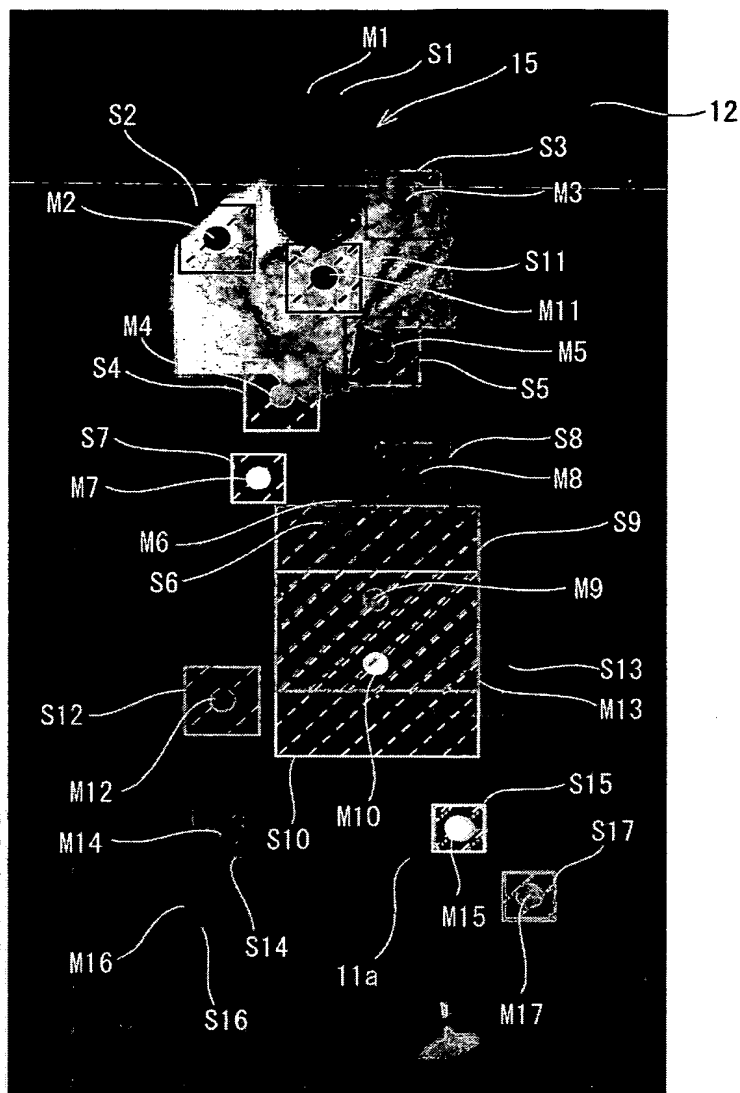
【0 0 7 5】

- 1 1 ゴルフクラブ
- 1 1 a シャフト
- 1 2 背景
- 1 3 カラー C C D カメラ
- 1 4 コンピュータ
- 1 5 ゴルファー
- M 1 ~ M 1 7 マーク
- S 1 ~ S 1 7 探索範囲
- W 1 ~ W 1 7 待機範囲

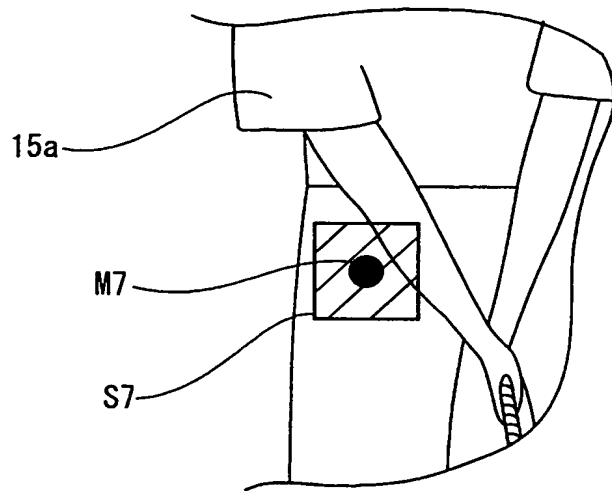
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】

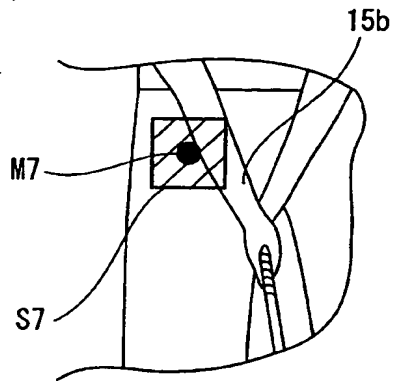


【図 3】

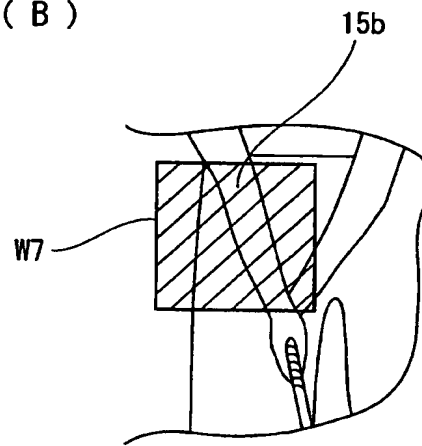


【図 4】

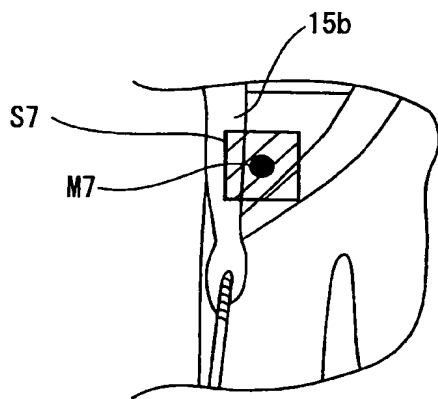
(A)



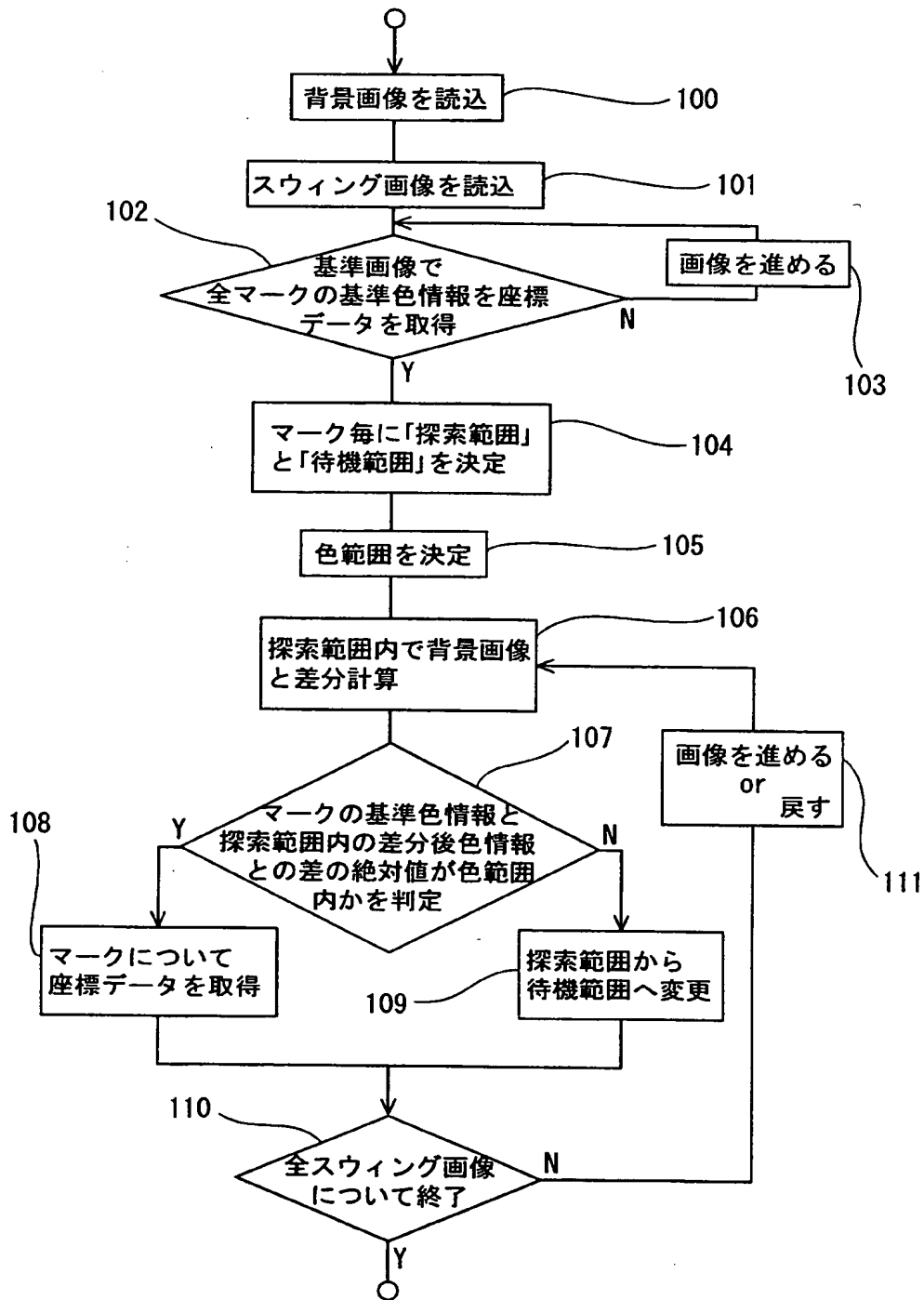
(B)



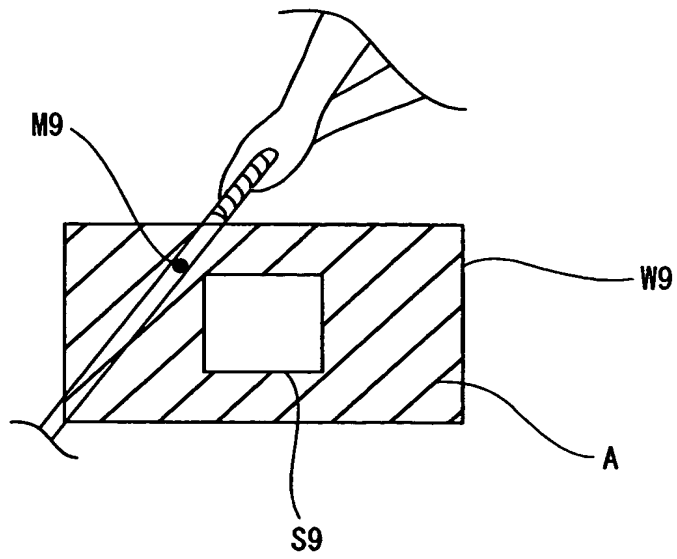
(C)



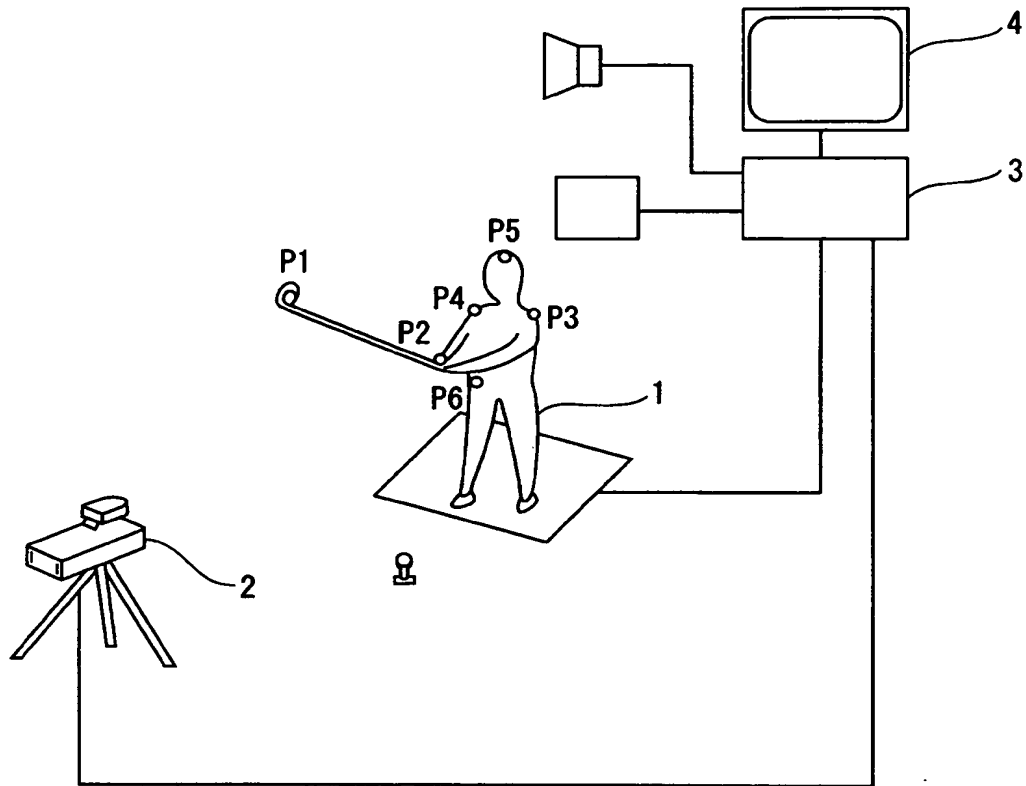
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 ゴルファーやシャフトに付されたマークの追跡エラーを低減する。

【解決手段】 ゴルファー15やクラブシャフト11aに色付きのマークM1～M17を取り付け、撮影したスウィング画像のうち特定の画像を基準画像としてマークM1～M17の基準色情報と座標データを予め記憶し、静止画像でのマークM1～M17の位置と、その静止画像に時間的に隣接する静止画像での予測されるマーク位置とを含む領域である探索範囲S1～S17を静止画像上に設定すると共に、マークM1～M17の基準色情報と同一色であると許容される範囲である色範囲を設定し、探索範囲S1～S17において背景画像で差分処理した差分後画像と基準色情報との差の絶対値の差が色範囲内であり、かつ、差が最小であるピクセルをマークM1～M17の位置とみなして座標データを取得し、スウィング中に動くマークM1～M17を自動的に追尾する。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 3 - 2 7 6 3 8 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 8 3 2 3 3]

1. 変更年月日 1 9 9 4 年 8 月 1 7 日

[変更理由] 住所変更

住 所 兵庫県神戸市中央区脇浜町 3 丁目 6 番 9 号

氏 名 住友ゴム工業株式会社

特願 2 0 0 3 - 2 7 6 3 8 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 1 4 1 4 6 6]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 1 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県津久井郡藤野町小湊 2 1 4 0 - 2

氏 名

諸 角 建